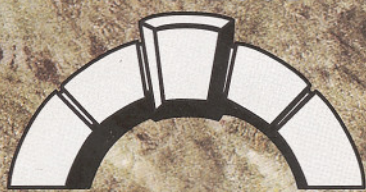


94

MAYO 2005



PIEDRAS NATURALES
MAQUINARIA Y EQUIPOS

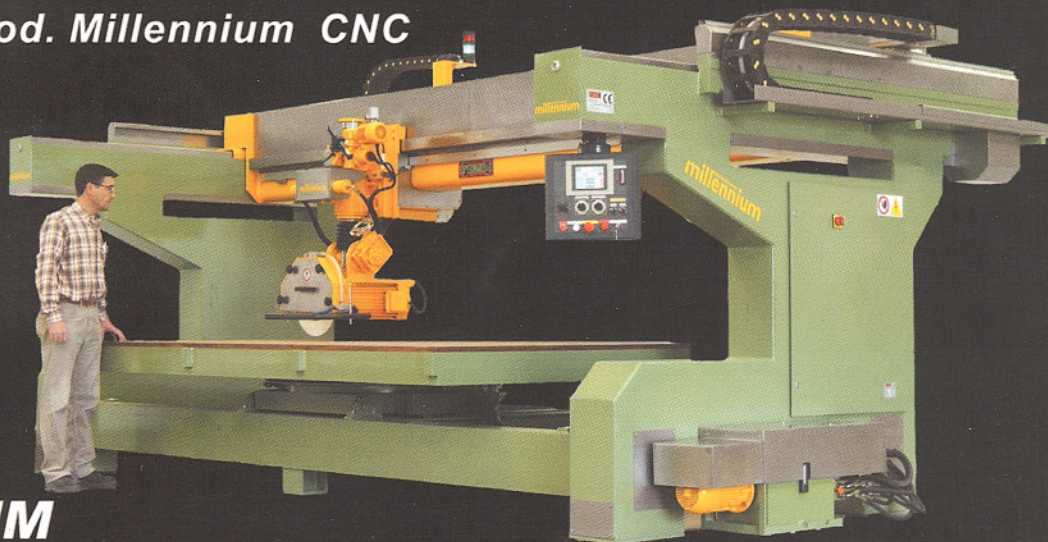
ROC MAQUINA



**La referencia del
Nuevo Milenio**



➤ **Cortadora Mod. Millennium CNC**



**GAMA
MILLENNIUM**

➤ **Centro de mecanizado
Mod. Millennium CNC**



Central
Ctra. Olula-Macael, Km. 1,7
04867 Macael, Almería
Tel: 950 12 83 07
Fax: 950 12 83 06

Delegación Norte
Eulogio Fernandez, 23 Bajo
32300 O Barco, Ourense
Tel: 988 32 64 69
Fax: 988 32 14 54

Delegación Levante
Capellan Margal, 70
03660 Novelda, Alicante
Tel: 965 60 81 18
Fax: 965 60 81 19

www.pacruz.com

info@pacruz.com

Sumario



**ROC
MAQUINA**

Roc Máquina

Piedras Naturales, Maquinaria y Equipos

OFICINA CENTRAL

REDACCION-ADMINISTRACION Y PUBLICIDAD

Zancoeta 9, 5º. 48013 Bilbao (España)

Teléfono 34/944 285 600 • Fax: 34/944 285 633

E-mail: rocmaquina@rbi.es • Web: <http://www.rocmaquina.es>

Editora:

Elena Sarachu

Redactora jefe:

Elizabeth Vivanco

Redactores:

Marisa Carrio, Jose Carlos López

Publicidad:

Jaione Alvarez, Inge Saéz

Producción:

Juan Rivera, Aitor Maruri

Servicio de información:

Jose Carlos López

Departamento de suscripciones:

Sonia Salgado, Marta Manzanos

Consejo editorial:

Jaume Avellaneda Díaz-Grande. Arquitecto

Gianluigi Biasco. Director comercial Europa de Pellegrini, S.p.A

Manuel Fernández Blanco. Presidente de Canteras Fernández, S.A., CAFERSA

José González Araujo. Gerente de la Asoc. de Canteiras de Galicia

Joaquín Obús Sánchez. Subdirector de Aitemin

Salvador Ordoñez Delgado. Secretario de Estado de Univ. e Investigación

Manuel Regueiro González-Barros. Geólogo. Inst. Geológico Minero de España

EMPRESA EDITORA:

Reed Business Information, S.A.

Director General:

Isaac Rodrigo Keller

Director Financiero:

Francisco Sanz Basterra

Directora de Marketing:

Miryam Delgado

INFORMACION COMPLEMENTARIA

Todos los suscriptores pertenecientes a ROC MAQUINA y que estén interesados en ampliar algunos de los artículos reseñados en este número, pueden dirigirse a nuestra redacción.

Las colaboraciones son responsabilidad del autor.

Los datos que figuran en el sobre de este envío han sido obtenidos de fuentes públicas y están registrados en un fichero de Reed Business Information, Zancoeta, 9-5º, 48013 BILBAO donde puede ejercitar sus derechos de acceso, rectificación, cancelación y oposición dirigiéndose por escrito a Reed Business Information en la dirección indicada.

IMPRESION:

ECOLOGRAF S.A.

ISSN: 0214 - 0217

TIRADA DE ESTE NUMERO: 4.000

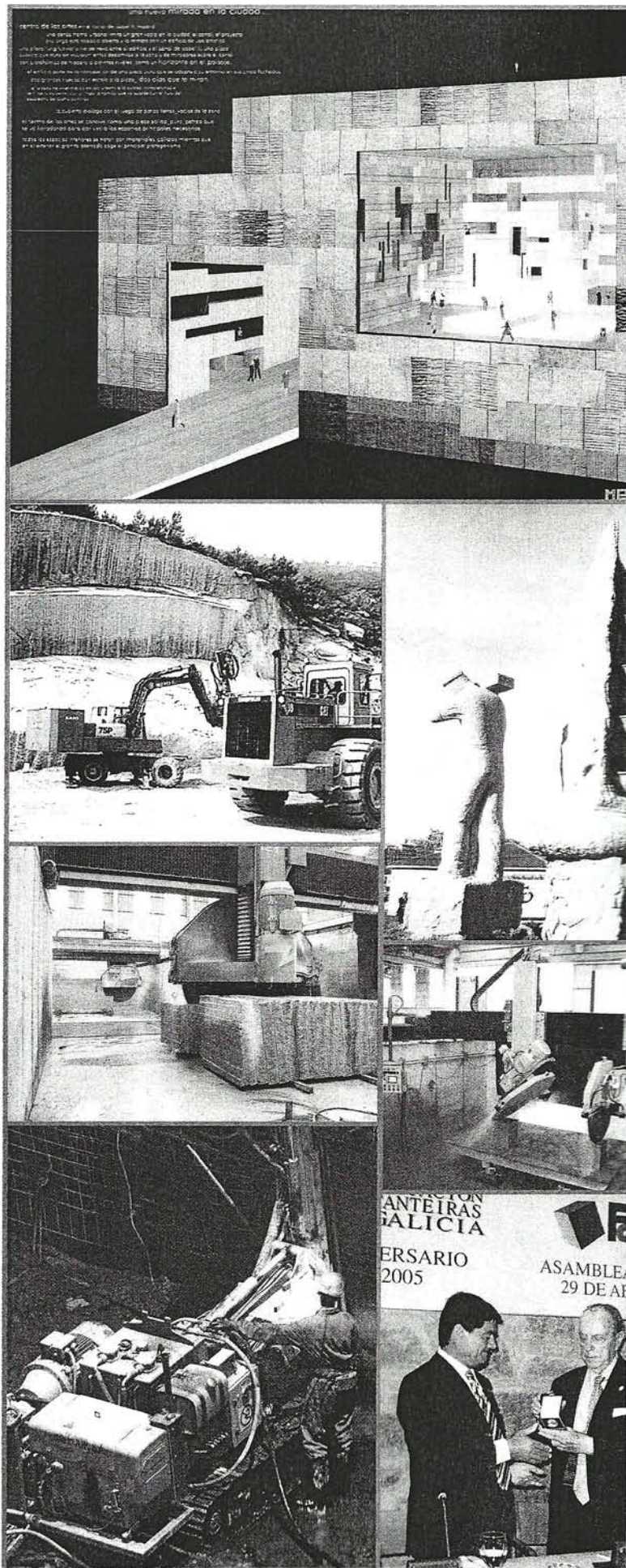
Periodicidad: 6 al año + Directorio

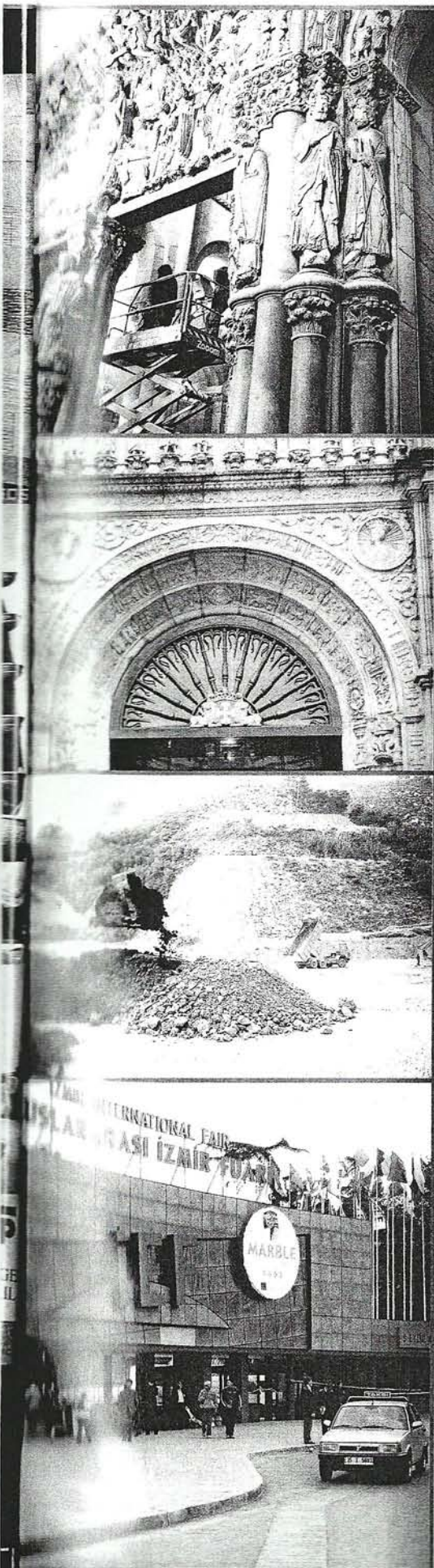
Enero - Marzo - Mayo - Julio - Septiembre - Noviembre - Directorio

Suscripción anual: Nacional: 77 € + 4% IVA

Suscripción dos años: Nacional: 139 € + 4% IVA

Asociado a:





9	Editorial
10	Indice de anunciantes
	Arquitectura
16	• Roc Máquina presenta la III edición del Premio "Proyectos de Arquitectura en Piedra Natural"
	Restauración
18	• El Pórtico de la Gloria de Santiago de Compostela. Estudios para su conservación
28	• Estereotomía clásica y cantería gótica en Galicia
	Actualidad
36	• Restauración de canteras
45	Reportaje: la piedra en Galicia
46	• Asociación Canteiras de Galicia
48	• AGG (Asociación Galega de Graniteiros)
50	• Variedades comerciales
58	• Monumento a los pioneros del granito
64	• Productos y novedades de empresas
	Aula técnica
72	• Las máquinas molduradoras de hilo diamantado
	Tribuna
78	• Hersen. Reflexiones sobre el sector
84	Noticiario
100	Asociaciones
102	• Asamblea general de la FDP
106	Multimedia
112	Catálogos
114	Libros
	Ferias
116	• Calendario de ferias
118	• Noticias
122	• Crecimiento continuo de Marble
	Jornadas y congresos
124	• XIII Día del Mármol con más de 400 asistentes
128	Próximo número

Estereotomía clásica y cantería gótica en Galicia

José Carlos Palacios Gonzalo. Dtor. Arquitecto

A menudo se suele olvidar el importante papel que la cantería jugó en la materialización del clasicismo en España y de forma especial en Galicia; la arquitectura del Renacimiento no puede entenderse completamente sin conocer la fuerza que tuvo la cantería medieval en piedra

Estamos acostumbrados a contemplar la sucesión de hechos históricos fragmentada en períodos culturales claramente diferenciados; unos comienzan cuando otros terminan. El Renacimiento tiene lugar cuando lo permite el declive del período gótico y, a su vez, el Barroco puede empezar a desarrollarse con la desaparición del Renacimiento.

Esta visión tan compartimentada de la historia de la cultura rara vez se confirma con la realidad. Pensemos al respecto en el siglo XVI en España; es éste un momento en que se produce el período de máximo desarrollo del Renacimiento y, simultáneamente, el Gótico, que desde el siglo XIII había llevado una larga y apacible existencia, alcanza igualmente su momento de esplendor en nuestro país. El S. XIII fué el gran siglo del Gótico francés y en el XVI, tres siglos más tarde, se produce

el máximo desarrollo creativo del Gótico español. Un dato que confirma esta creativa coexistencia cultural entre ambos estilos es el hecho de que en 1560 se comenzaran a la vez las obras de la catedral de Segovia y las del Monasterio del Escorial.

El XVI es por tanto un siglo apasionante en el que se producen dos formas de entender la arquitectura y también dos formas de entender la construcción: una **construcción realizada en piedra**.

La imagen que todos poseemos de la construcción gótica esta basada en la piedra, pero quizás no somos del todo conscientes de que nuestro Renacimiento se contruye en piedra también. Las láminas de dibujos que llegaban de Italia en las que se expresaba la nueva arquitectura del Renacimiento, en nuestro país se van a entender, constructivamente, de forma completamente diferente a como lo hacen en Italia: las

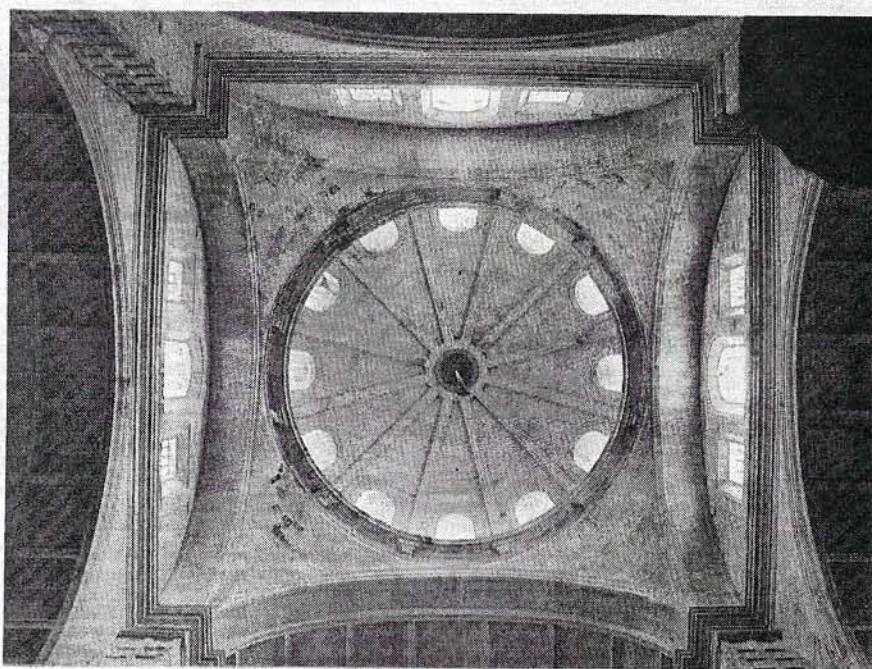


Fig. 1. Cúpula de San Martín Pinario: Una cúpula en "vuelta de horno" donde las dovelas se disponen en lechos circulares alrededor del eje vertical. Las dovelas de cada hilada, al disminuir los radios de curvatura, son diferentes entre sí.

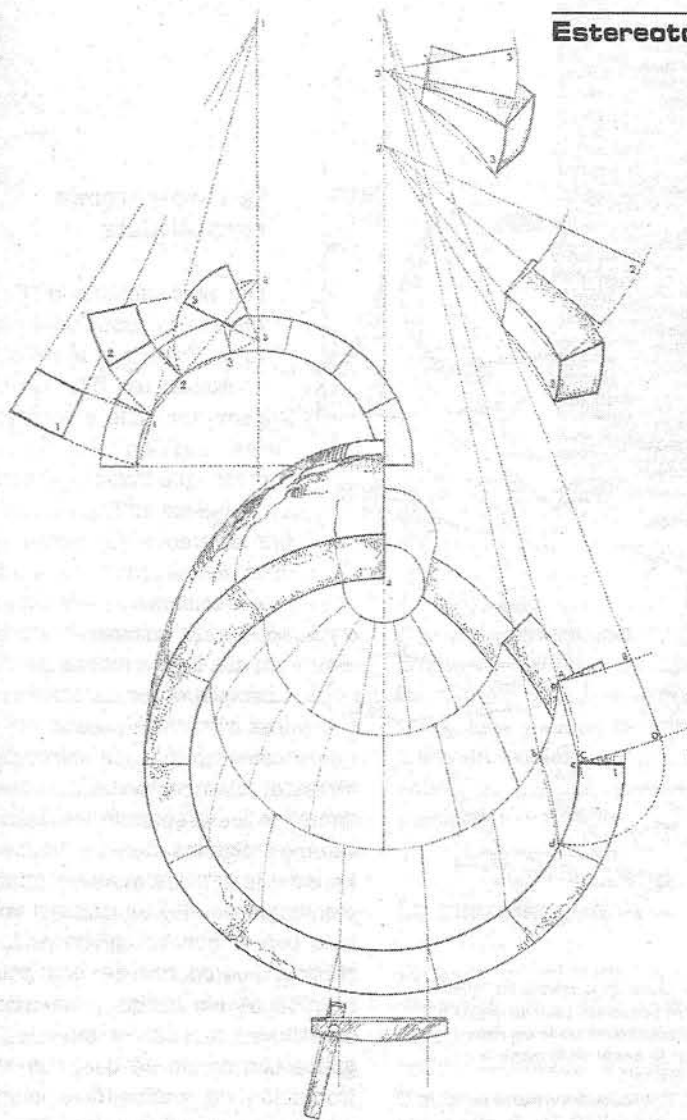


Fig. 2. Interpretación espacial de la construcción geométrica de Vandelvira. Pueden contemplarse los tres patrones correspondientes a las tres hiladas y una representación de la herramienta entonces conocida como "baibel".

cúpulas, las bóvedas de cañón, las bóvedas por aristas etc, en España se van a **construir en piedra**. La piedra, ese material de fuertes resonancias en la sensibilidad española y de forma especial en Galicia, va a sobrevivir al cambio cultural. Con la piedra como material de construcción se pondrá en pie la arquitectura clásica, una arquitectura que, en Italia, había sido concebida de ladrillo.

Después de constatar este hecho, nos vemos confrontados a una interesante cuestión; se trata de comprobar si entre la construcción gótica y la construcción del Renacimiento en piedra existen diferencias cualitativas importantes.

Podemos afirmar que sí, que las diferencias entre la aproximación gótica a la cantería y la forma en que ésta se lleva a cabo en el Renacimiento es radicalmente distinta. La diferencia entre una y otra parte de la forma en que ambos estilos conciben e interpretan las superficies abovedadas.

Los grandes problemas de la cantería aparecen a la hora de cubrir el espacio horizontal. La construcción y colocación de sillares para la ejecución de los muros, con ser una cuestión importante y digna de atención, pasa a un segundo lugar a la hora de ejecutar las superficies abovedadas con las que cubrir el edificio. Es precisamente esta cuestión, la forma en que se conciben las bóvedas, lo que diferencia radicalmente la construcción en **piedra gótica** de la clásica.

La bóveda gótica: un sistema binario

El Gótico basa la construcción de sus bóvedas en un sistema binario: nervios y plementos. Las superficies de sus bóvedas se descomponen en dos elementos: por una parte una serie de arcos y, por otra, unas cáscaras de relleno que se colocan entre éstos. En

un principio la bóveda gótica se construye con dos arcos diagonales: los crueros, y los cuatro arcos perimetrales. Más adelante, en el s. XVI, estos arcos se han multiplicado extraordinariamente hasta constituir una verdadera trama espacial que tiene una doble misión: por una parte la expresiva, y por otra constructiva. Las tracerías de nervaduras, lejos de ser una sofisticada y manierista consecuencia de la evolución del estilo, son un soporte constructivo extremadamente eficaz.

Las redes de nervios de nuestras bóvedas góticas tardías son auténticas cimbras perdidas que, al reducir el espacio a cubrir con las plementerías, permiten que éstas se puedan construir sin cimbra alguna; además, los nervios, al ser estructuralmente eficaces, permiten reducir el espesor de la cáscara de piedra. Es decir, que con gran economía de, medios nos encontramos ante una bóveda enorme expresiva que, además, puede adaptarse a las plantas más irregulares con las mas variadas volumetrías.

Es evidente que la construcción en piedra de este tipo de bóvedas se basa en un minucioso control del diseño de los arcos que constituyen esta red. Se trata de conocer exactamente el punto de arranque, las coordenadas del punto de llegada y la posición de cada uno de los arcos.

La bóveda clásica: las cáscaras continuas

Frente a la bóveda que acabamos de describir, el Renacimiento irrumpe con un serie de bóvedas extraídas de la antigüedad romana. Eran formas geométricas puras: cilindros, conos y esferas que se ejecutaban con hormigones o con morteros de cal y canto. Era éste un tipo de construcción que lógicamente exigía importantes cimbras y encofrados para su puesta en obra. El Renacimiento en Italia continúa con esta tradición incorporando el ladrillo a la construcción de este tipo de superficies.

Sin embargo, cuando el Renacimiento irrumpe en nuestro país, aunque se importa todo el vocabulario clásico, éste no viene acompañado de las técnicas constructivas italianas. Por el contrario, lejos de abandonar la tradición constructiva medieval, basa en la

piedra todo el proceso de construcción de la nueva arquitectura.

El problema es que una cúpula construida con piedra, a diferencia de lo que ocurre con el hormigón romano, no puede ser una pieza monolítica, hemos de fragmentarla en piezas más pequeñas: las dovelas. Es precisamente aquí donde surge el problema, ya que con frecuencia las dovelas son piezas prismáticas extremadamente complejas, una bóveda en concreto pueden exigir un número elevado de dovelas diferentes y éstas deben tallarse con toda precisión ya que deben encajar unas con otras impecablemente; recordemos que en la gran cantería, el aparejo de cantería de máxima calidad exige que las dovelas se coloquen a hueso, sin un mortero entre las juntas que nos permita absorber los errores de corte.

La geometría

Por tanto la construcción en piedra de la obra clásica exige una compleja fragmentación de los elementos constructivos y, posteriormente, la determinación volumétrica de cada una de las piezas. Es ésta una tarea que no puede llevarse a cabo sin una poderosa herramienta: la geometría. El desarrollo de la geometría en el seno de los talleres de cantería fue de tal importancia que podemos afirmar que buena parte de la geometría que hoy seguimos usando para determinar objetos en el espacio, proviene precisamente del oficio de la cantería.

Esta particular geometría que ha de ponerse en marcha durante el Renacimiento y que hoy conocemos a través de los tratados de cantería que han llegado hasta nosotros, no se crea de la nada. La geometría medieval, junto con la piedra, transpasa la frontera cultural del Renacimiento y viene a resolver los despieces que la obra clásica requiere. Mientras que el humanismo renacentista hizo posible la publicación y el conocimiento de este oscuro aspecto de la obra de cantería, nuestro conocimiento de los recursos

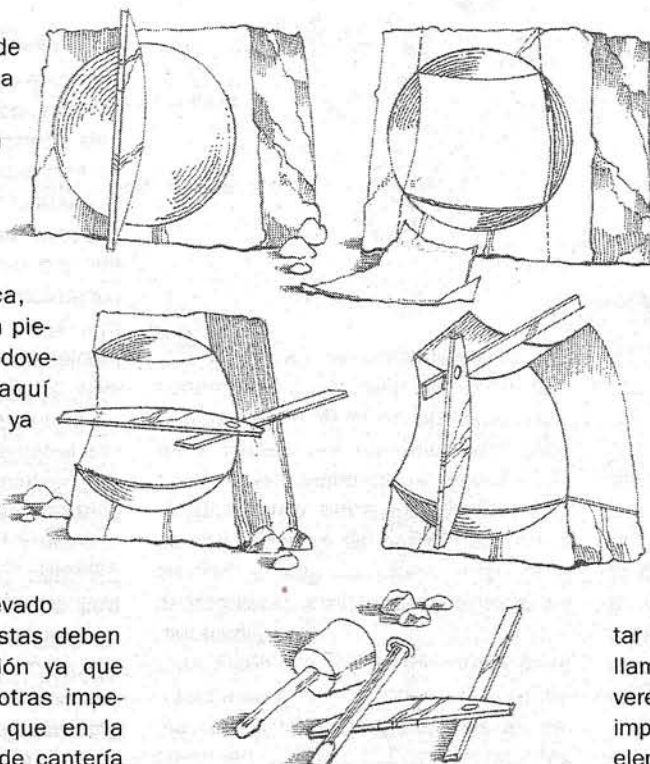
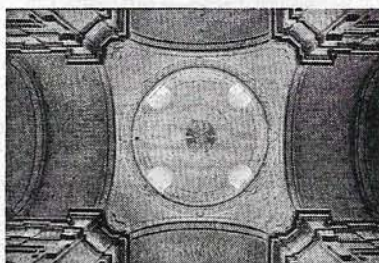


Fig. 3 (Arriba). Corte de la dovela en "vuelta de horno"; esta secuencia permite seguir uno de los procedimientos de corte de este tipo de dovelas con la ayuda de la plantilla de intradós y el "baibel".

Fig. 4 (Abajo). Gran cúpula en vuelta de horno del crucero del convento de San Francisco



geométricos medievales es, desgraciadamente, escasísimo.

La geometría fue sin duda el "conocimiento", el "gran secreto" que se suministraba a los aprendices a través de los largos años de instrucción en las logias de cantería medievales. Era la herramienta oculta que permitía visualizar formidables redes espaciales y, posteriormente, despedazarlas en piezas más pequeñas aptas para ser talladas. La geometría era ciertamente el críptico lenguaje que permitía mantener el prestigio de uno de los gremios más poderosos de la obra medieval: el de **los maestros de cantería**. Todavía hoy, citando a Benito Bails, la cantería medieval permanece en el "perpetuo silencio".

La estereotomía renacentista

Fue precisamente B. Bails el que, en la Ilustración, introdujo en España el término estereotomía; fue éste un neologismo que vino a suplantarse el más castizo de "arte de monte" que tradicionalmente se venía usando en España. La palabra estereotomía; *stereo*: espacios, *tomos*: corte, hace referencia precisamente a la capacidad que esta disciplina para determinar la volumetría de piezas complejas con objeto de proceder a su corte y labra.

A continuación, con objeto de acotar este vasto campo al que venimos llamando estereotomía renacentista, veremos algunas de sus trazas más importantes; todas ellas se refieren a elementos arquitectónicos del vocabulario con el que se construye la obra clásica. Posteriormente nos ocuparemos de alguno de los problemas que constituyen la esencia de la cantería gótica con objeto de que, con la confrontación de ambas disciplinas, se pongan de manifiesto las diferencias entre ambas.

Llevaremos a cabo esta exposición apoyándonos en una abundante documentación gráfica, la mayor parte extraída de ejemplos de la arquitectura gallega. Nuestro texto a partir de ahora se limita a comentar estas imágenes.

La cúpula

Sin lugar a dudas la traza de cantería que de manera más rotunda expresa la esencia de la cantería clásica es la cúpula. Sabemos a través del tratado de A. de Vandelvira que la labra de sus dovelas se acomete mediante la plantilla de su cara de intradós y el uso del "baibel". Las plantillas de intradós, se obtienen mediante el desarrollo de superficies cónicas. Este proceso corresponde gráficamente a las figuras 1, 2, 3 y 4.

El arco de medio punto

Las dovelas trapezoidales de los arcos de medio punto se pueden tallar por dos procedimientos básicos: por robos y con

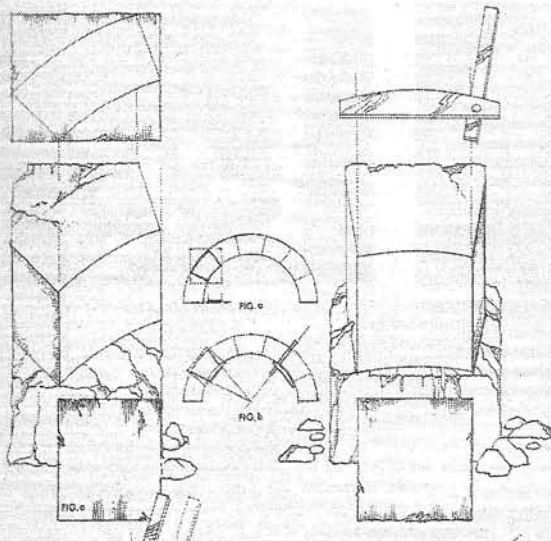


Fig. 5.

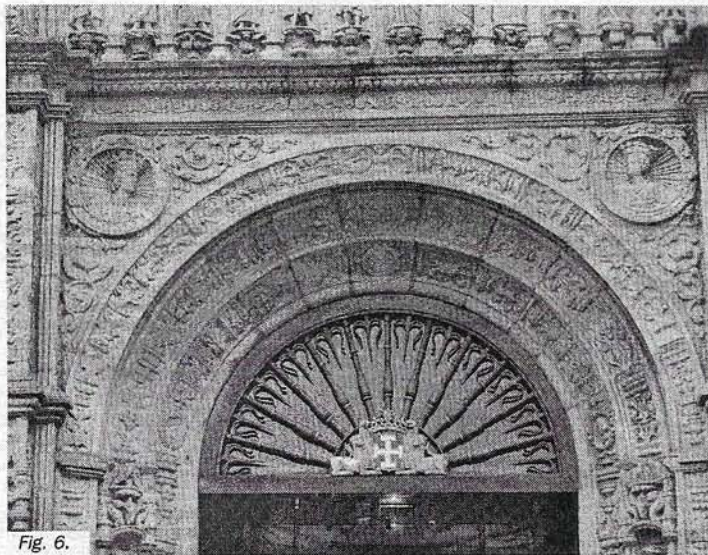


Fig. 6.

el baibel y la plantilla de intradós. En la Fig. 5 izda. método de corte por robos. Este método parte del recuadro de la testa de la dovela; la talla se efectúa precisamente "robando materia sobrante". El segundo método parte del patrón de la cara de intradós y el baibel; la talla se efectúa "al deslizar el baibel por una directriz", podríamos imaginar que al deslizar el baibel se lleva consigo la piedra sobrante (Fig. 5 dcha.).

Arco de medio punto en la puerta de entrada al hospital de los Reyes Católicos, donde se aprecia perfectamente su dovelaje de considerables dimensiones (Fig. 6).

La bóveda por arista

La bóveda por arista se produce con la intersección de dos cilindros. Su ejecución en piedra requiere acometer con precisión la talla de las piezas que van formando el inglete. El dibujo pone de manifiesto la complejidad de estas piezas que van variando su forma con cada hilada (Fig. 8).

La talla de las dovelas de arista puede llevarse a cabo por el "método de los robos" al que anteriormente se hizo mención. Vemos en la imagen una

interpretación espacial de una de estas dovelas cuya forma se extrae a partir de los patrones recuadrados de las testa. Este método de talla requiere ir labrando la pieza quitando las partes sobrantes que los patrones ponen de manifiesto (Fig. 9).

La cantería gótica

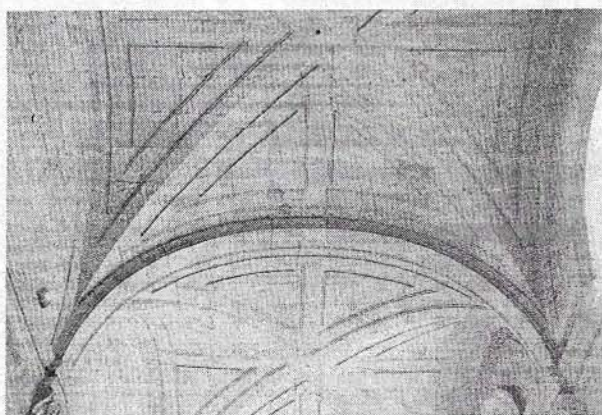
Todavía en el siglo XII, en pleno Románico, se produce un hecho trascendental para la historia de la arquitectura; la bóveda románica por aristas que era todavía una consecuencia de la bóveda romana ejecutada con revoltón de cal y canto se adorna, o se refuerza, con dos arcos de piedra diagonales. Desde entonces las bóvedas dejarán de ser cáscaras continuas para construirse mediante un sistema binario: nervios y plementos.

Considerar estos arcos como parte del desarrollo expresivo de la arquitectura o como un refuerzo estructural nos encamina hacia dos formas radicalmente diferentes de interpretar la arquitectura gótica; lo cierto es que estos poderosos arcos diagonales

románicos encerraban un potencial creativo extraordinario.

El gran siglo en que los principios fundamentales del gótico cristalizan fue el s. XIII; casi todas las catedrales francesas fueron ejecutadas a lo largo de esos cien años. España se incorpora pausadamente a este sistema constructivo; el gótico basado en la bóveda de la crucería a la francesa, es decir con sus dos arcos diagonales, se prolonga en nuestro país durante dos siglos y medio, hasta que, a mediados del siglo XVI, tras el impulso de los maestros canteros centroeuropeos, se produce una auténtica revolución en el gótico español que alcanzaría a lo largo del s. XVI su pleno desarrollo.

Los arcos comienzan a multiplicarse y, cuando aparecen los nervios subsidiarios como los combados y ligaduras, se empiezan a dibujar bellísimos entramados sobre los techos de nuestras catedrales. Estas tracerías no son sólamente



Bóvedas por aristas en el claustro barroco del convento de San Martín Pinario (Fig. 7).

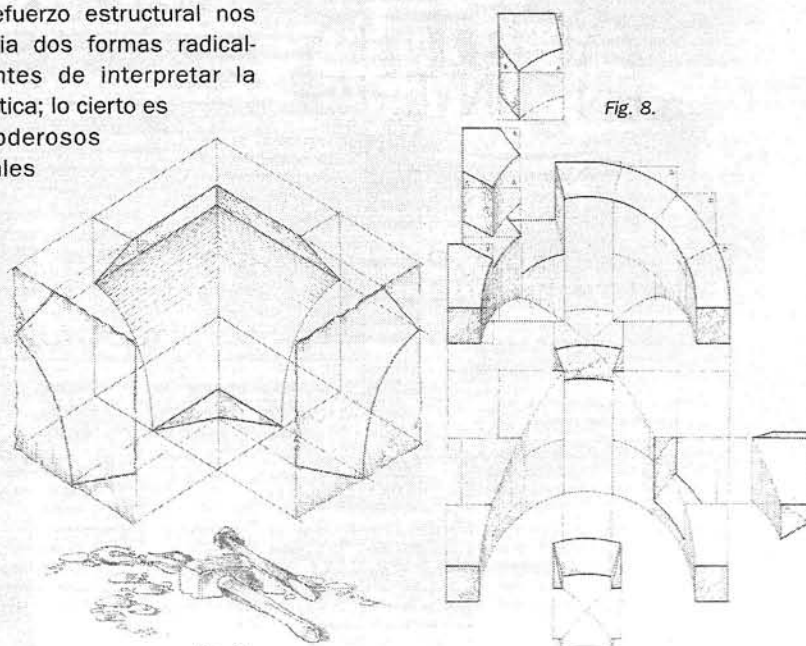


Fig. 8.

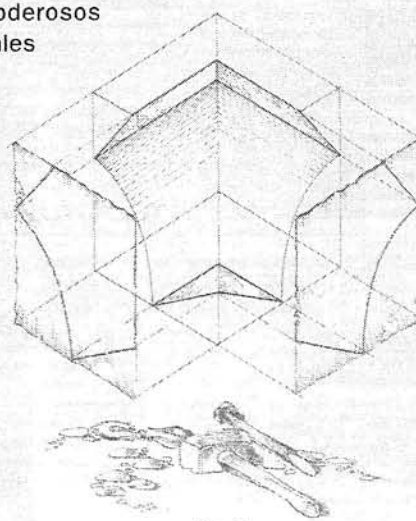


Fig. 9.

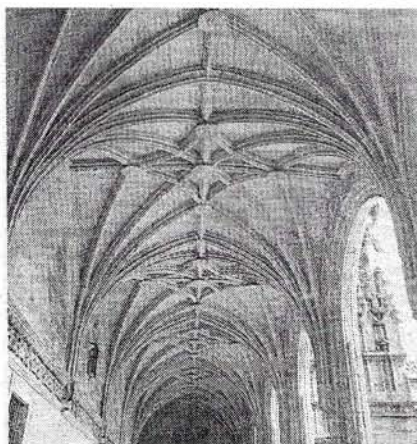


Fig. 10. Bóvedas del claustro de la catedral de Santiago, comenzado por Juan de Álava a principios del siglo XVI. Se trata de una bóveda de planta cuadrada de cinco claves con un adorno central en forma de estrella. Este dibujo se prolonga a través de las ligaduras y se encadena con el de las bóvedas laterales, efecto éste muy del gusto de J. de Álava; otra característica de este arquitecto: todos los nervios a excepción del perpiño son de idéntica sección.

te decorativas; como anteriormente mencionamos, facilitan el proceso constructivo y constituyen en sí misma auténticas redes tridimensionales. El control geométrico de estas tramas espaciales constituye la esencia de la cantería gótica en su momento de esplendor. A través de las figuras 10, 11, 12, 13 y 14 intentaremos poner de manifiesto esta idea.

Conclusión

En nuestra aproximación al análisis y comprensión de la arquitectura se olvidó con excesiva frecuencia el conoci-

miento de los procesos constructivos: la historia de la construcción. En nuestra opinión, son precisamente los datos que se desprenden de esta línea de investigación los que nos dan la clave para comprender al arquitecto en la historia y a su obra.

Una consecuencia de esta negligencia de los procesos constructivos es el hecho frecuente de omitir el importante papel que la cantería jugó en la materialización del clasicismo en España y de

forma especial en Galicia; la arquitectura del Renacimiento no puede entenderse completamente sin conocer la fuerza que tuvo la cantería medieval en nuestro país. La construcción en piedra de nuestra arquitectura es un rasgo de extraordinaria relevancia que estas páginas han tratado de poner de manifiesto, como vía para entender con mayor profundidad el arte de construir en España. ■

Ref. 003 en el Boletín de Servicio al Lector

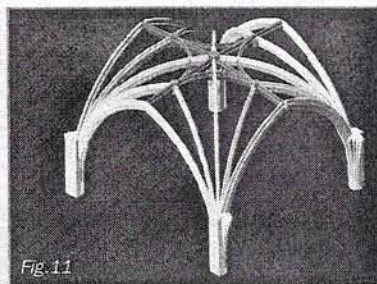


Fig. 11

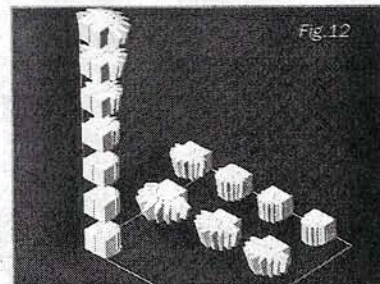


Fig. 12

Fig. 11. Reconstrucción volumétrica de la bóveda de Juan de Álava en el claustro de la catedral de Santiago.

Fig. 12. Detalle de la talla de los salmeres. Las bóvedas de crucería arrancan con una serie de lechos horizontales que se prolongan hasta que los nervios se independizan del racimo de nervaduras; el último salmer se talla al biés, con el ángulo preciso para recibir los arcos.

Fig. 13. Detalle de la talla de claves. La bóveda consta de una clave central, las cuatro claves de los terceletes y los cuatro cruceros de los ojivos. Vemos en la imagen el "robo" que permite, desde el prisma contenedor inicial, obtener la clave. La parte más delicada consiste en el corte al biés de los extremos de los nervios para que estos reciban correctamente a los arcos colindantes, este proceso requiere cierta habilidad geométrica para calcular correctamente estos ángulos de corte.

Fig. 14. La red espacial creada por Juan de Álava se pliega sobre sí misma para resolver la vuelta del claustro generando un espectacular abanico.

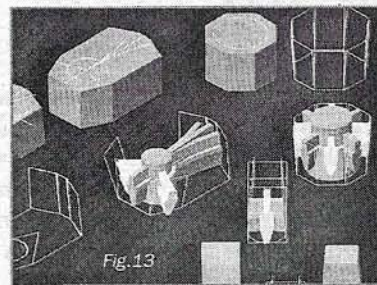


Fig. 13

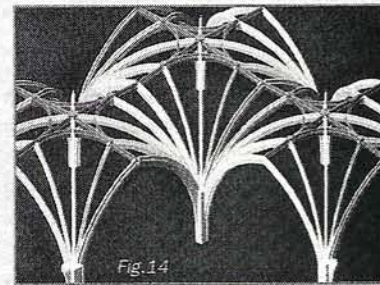


Fig. 14



NUEVA GAMA DE MÁQUINAS A CONTROL NUMÉRICO

MODELO FUSSION

☛ CENTROS DE MECANIZADO A CNC PARA MÁRMOL, GRANITO, VIDRIO, PIEDRA Y CORTE POR CHORRO DE AGUA.

☛ CALIDAD, ROBUSTEZ, VELOCIDAD, ALTA TECNOLOGÍA, FÁCIL MANEJO.

CÓMODO ACCESO AL CAMPO DE TRABAJO - FABRICACIÓN ESPAÑOLA

Pol. Estadi nave 48 - 12004 Castellón de la Plana (España)

Tel: +34 902 02 30 79 / Fax: +34 902 02 30 78

web: www.agut-eng.com email: oscar@agut-eng.com

